

Linux 教学实验系统的一种构建方法

阮 越

(安徽工业大学 计算机学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘 要: 随着 Linux 市场应用需求的增加, 如何充分利用高校已有的实验环境开展 Linux 教育、培养面向就业市场的 Linux 技术人才是一个值得探讨的问题。基于安徽工业大学的教学情况和经验, 提出了在网络环境中, 利用 Linux 下程序开发环境 Shell、C 和 Mysql 数据库构建 Linux 教学实验系统的一种方法。系统同其他一些常见的构建 Linux 教学实验环境的方法相比, 具有较高的安全性和可管理性。描述了这种构建方法的整体方案和实现细节, 论述了不同教学实验系统之间的优缺点。

关键词: Linux 教学; 实验系统; 程序开发环境

中图分类号: TP316

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2009)03-0227-04

One Construction Method of Linux Teaching Experiment System

RUAN Yue

(School of Computer Science, Anhui University of Technology, Ma'anshan 243002, China)

Abstract: With the increase demand of Linux application on the market, it is a valuable question to discuss that how to make the best use of existed lab to carry on Linux teaching and train person with good knowledge on Linux fitting for the market. Using Linux programming circumstance which includes Linux shell, C and Mysql database, a constructing method of Linux teaching experiment system is put forward in network circumstance based on Anhui Univ. of Tech. teaching circumstance and teaching experience. Different from other method of constructing teaching experiment system, it has advantages of more security and better management. A whole scheme and a detailed description of the method is presented in the paper, at the meantime, a discussion of advantages and disadvantages of different teaching experiment system is evolved.

Key words: Linux teaching; experiment system; programming circumstance

0 引 言

Linux 经过十几年的发展, 现已成长为一个非常优秀的操作系统, 在不同的领域有着越来越广的应用。在普通高校的本科生中开展 Linux 教育, 培养在 UNIX/Linux 环境下的编写程序的基本技能, 是一项面向就业市场、对广大计算机相关专业的本科生有重要现实意义的工作。但是目前很多高校的实验环境并不具备专业的 Linux 实验室, 如何利用现有条件构造 Linux 的实验环境, 并对学生上机实现方便有效的管理是一项亟待解决和完善的工作。文中尝试利用一台专用的 Linux 服务器, 通过网络构建了一个面向全校

师生的实验环境, 不仅解决了学生上机实验的环境问题, 还较好地解决了学生实验管理、实验数据的统计及成绩评定、安全维护、资料管理等一系列问题。

1 实验系统构建思路

1.1 已有的实验环境综述

安徽工业大学计算中心目前大约有 200 余台 PC 和若干台服务器, 分成三个网段, 通过交换机和路由器联系到一起。每台 PC 上预装了 Windows XP 操作系统和 Windows 环境下的一些常用软件, 并装有保护卡, 可以很好地保护 Windows 环境下的系统避免人为损害。目前绝大多数高校的机房环境跟该校差不多, 在这样的条件下建立 Linux 实验环境的常用方法大致有以下两种。

一是重新安装系统。在一台 PC 上利用 Pqmagic 等分区软件重新划分硬盘, 生成一块空闲分区, 然后将 Linux 安装到空闲分区中。PC 启动时, 会出现 Windows 和 Linux 的选择界面, 由学生自己选择进入 Win-

收稿日期: 2008-06-17

基金项目: 安徽省自然科学研究项目(2006KJ063B); 安徽省高等学校青年教师科研资助项目(2007jq1028); 安徽工业大学教学研究项目(2007jg24)

作者简介: 阮 越(1972-), 男, 湖北红安人, 硕士, 讲师, 研究方向为系统安全和嵌入式系统。

dows 或 Linux 系统。当一台机器制作完成后,再通过网络复制或硬盘克隆的方法将这台机器的系统刻录到其他 PC。这种方法的优点是学生可以真正掌控 Linux 环境,可以完成应用层面的程序编写也可以完成包括编译内核、编写内核模块和设备驱动程序等底层实验,应该说对学生的帮助最大。但缺点也很明显:(1)机房管理人员的工作量较大。安装好一台 PC 后,需要将系统复制到其他 PC。在这个工作之前,需要首先解开每台机器上的保护卡,复制完之后,还需要重新设置保护卡,有些情况下可能还需要配置其他 PC 上的相关环境和参数。(2)系统往往会受到学生有意或无意的破坏。这可能是最严重的一个问题,学生大多是新手,使用 Linux 时往往会随意关机,更改口令,删除或破坏系统文件,保护卡对 Linux 没有半点保护作用(这是根据该校的实验情况,虽然在使用手册上,有的保护卡宣称支持 Linux),一个学期下来,会有很多 Linux 系统瘫痪。

二是直接在 Windows 环境下使用 VmWare 等虚拟机安装 Linux。这是笔者最不喜欢的一种方式,虽然说不需要重新划分硬盘分区,而且 VmWare 也宣称支持 Linux 下的操作。但在使用过程中,往往速度较慢(在一些较差的硬件环境中,速度甚至慢的无法忍受),在这种虚拟环境中编写的应用代码,特别是内核模块、设备驱动程序等涉及底层操作的程序,往往会出现一些莫名的错误。

以上两种方法除了自身的一些优缺点外,还有一个共同的缺点,就是没有办法对学生上机进行有效的监督和管理。学生上没上机、几点上机、几点下机、上机过程中实验情况如何,有没有做好规定的实验没有办法及时查询、统计和监督,学生的实验报告、实验结果和编写的代码也没有办法在线批改。

1.2 Linux 实验环境的构建思路

考虑安工大已经具备的网络环境(绝大多数高校都应该具备这样的环境)和 Linux 多用户、多任务的分时操作系统的特点,尝试利用网络中的一台服务器构建专门的 Linux 服务器,让学生能够登录到这台机器上做实验。这种方法的最大的好处主要有三点:

(1)网络上跟 Linux 服务器相连的 Windows 系统不需要做任何额外的工作,只要通过 Telnet 登录到服务器就可以做实验,这极大地降低了机房工作人员系统维护的工作负担。

(2)由于学生在服务器上只有普通用户权限,所以学生在服务器上的任何操作都被限制在系统允许的范围内,不会对系统造成致命的伤害。

(3)学生所有的实验记录、编写的代码以及各种实

验情况都记录在服务器上,教师能够及时地查询、跟踪和统计学生的实验状况,检查和批改学生的实验报告和编写的代码。

构建这样的实验环境仅仅安装一台 Linux 服务器,并让 Windows 能够访问到 Linux 服务器是远远不够的,还需要解决这样一些问题:

1)Linux 服务器是向全校师生开放的,系统必须能够完成用户的自动注册和管理。

2)实验情况的记录仅仅依靠 Linux 本身的日志系统是不完备的,需要另外编写管理程序。

3)实验资料和一些公共数据的管理需要采取一些额外的措施以实现方便安全的共享。

2 实 现

2.1 用户的自动注册和管理

对于每一个使用 Linux 服务器的学生,都准备分配一个 Linux 下的普通用户,这可以方便检查和监督每个学生的上机实验情况。而上机学生用户名的注册,希望由学生自己完成,这主要基于两方面的考虑。一是学生的注册信息应该交由学生自己填写,这便于学生管理和记忆(用户名和口令等),同时也减轻了教师的工作负担。另外一方面希望在校网网范围内,对 Linux 感兴趣的其他专业的师生,同样可以注册登录到 Linux 服务器上来,为他们学习和使用 Linux 提供一个专业的实验环境和平台。

但是 Linux 系统用户的注册是通过 adduser 命令完成的,这个命令的执行必须要通过超级用户 root,而让学生掌握超级用户的口令是极不安全的。通过阅读 Linux 内核代码和相关的文献[1,2],知道系统命令 adduser 实际主要做三件事:

(1)判断执行这条命令的用户是不是超级用户。系统判断的依据是用户的 uid,如果是 0,则允许命令的后续操作,否则退出。

(2)在“/etc/passwd”添加一行用户注册信息,而这一行的行尾是这个用户在登录系统后执行的第一个程序,“正常用户”应该是“/bin/bash”,也就是每个用户登录后的 shell 环境。

(3)在“/etc/shadow”添加一行对应用户的口令屏蔽信息,不带参数的 adduser 还需要在“/etc/group”添加用户所属组的信息。至此,我们想到让一个特殊的用户来执行一段代码,虽然这个用户的用户名不是 root,但这个用户的 uid 为 0,可以执行超级用户才能执行的系统命令 adduser,passwd 等。

除此之外,学生自己完成信息的注册,还需要一些额外的系统配置工作,详述如下:

1) 启动 telnet 服务。

telnet 是 UNIX 环境中一个早期的远程终端的登录命令,由于 telnet 在网络上用明文传递用户名和口令,所以在现在的 Linux 的发行版中几乎都抛弃了这条命令,替代它的是更安全的 ssh。但是 Windows 环境中并不自带 ssh 客户端,需要额外的下载 ssh 客户端安装。由于只在局域网的环境中使用 telnet,服务器主要是给同学们创造一个学习的环境和平台,安全性要求不高。所以仍然选择启动 telnet 服务。对于 Redhat Linux 9.0 只需要在“/etc/xinetd.conf”中将 telnet 服务激活,然后通过超级用户 # service xinetd start 启动即可。对于 Fedora 9 等 Linux 新的发行版,需要手工添加 telnet 的配置信息,同时下载可以工作在 Fedora 环境中的 telnet 的守护程序 telnetd,才可以启动 telnet 服务。

2) 手工添加用户 user_add。

user_add 是一个特殊的用户,他的 uid 号为 0,权力跟 root 用户一样大。但它只能做一件事,为每一个准备使用 Linux 服务器的学生创建一个普通用户。使用 Linux 的命令 adduser 是没有办法添加 uid 号为 0 的用户的,根据上文的(2.1 节的第二个自然段)分析,通过手工方式添加一个 uid 号为 0 的超级用户 user_add。方法是使用 vi 等编辑器打开“etc/passwd”,复制 root 用户所在的那一行,然后将位于一行行头的用户名 root 改为 user_add,同时将这一行行尾的/bin/bash 改为/usr/bin/user_add(这里的/usr/bin/user_add 是用户 user_add 登录系统后执行的第一个文件,它的功能是提示用户创建一个新用户名和口令并完成新用户名的注册)。然后打开/etc/shadow 文件同样复制 root 用户所在的那一行,将用户名 root 改为 user_add。最后使用命令 passwd 赋予 user_add 一个口令。

3) 编写完成用户信息注册的 shell 文件 user_add。

位于/usr/bin 下的 user_add 是 Linux 服务器上的超级用户 user_add 在登录后执行的第一个程序,也是 user_add 执行的唯一一个程序。这个程序是一个 shell 文件,需要我们自行编写,文件的作用是提示用户输入合法的用户名和口令,创建一个可以登录 Linux 服务器的普通用户。它的主要代码如下:

```
...
# check_name 函数的作用检查并确认刚刚键入的用户名
check_name() {
    local answer="no"
    printf "Your login name is %s. Are you sure:[yes/no]" $1
    read answer
    case "$ answer" in
```

```
        [yY]|[yY][eE][sS]) return 0;
        [nN]|[Nn][oO]) return 1;;
        *) echo "Please enter yes or no!"
        exit 1;
    esac
}

while:
do
    echo -n "please enter the login name you wish to use:"
    read user # 读取用户键入得用户名
    if[... $ user" != ""];then # 如果用户直接键入回车,则提示
        用户再次输入
        if check_name $ user;then # 调用 check_name 函数,检查用户
            名
            break;
        fi
    fi
done
adduser $ user # 执行命令 adduser,向系统添加经过用户自己输
入并确认过的用户名
if[ $ =0];then # 用户添加成功,则继续赋予用户口令等后续操
作
passwd $ user # 由用户自己为刚刚添加的用户赋予一个口令
user_info_add $ user # user_info_add 是我们用 C 编写的一个程
序,主要作用是向数据库中添加详细的用户注册信息,2.2 中有
详细介绍
# access_database 和 logout_database 分别在用户
登录和注销退出的时候执行,主要的功能是记录学生
登录系统# 的时间和退出系统的时间,以作平时考勤
只用。
echo "/usr/bin/access_database" >>/home/$ user/. bash_
profile
echo "/usr/bin/logout_database">>/home/$ user/. bash_
logout
exit 0
fi
```

在完成上述三个步骤后,用户就可以在跟 Linux 服务器相连的任何一台 Windows 机器上打开一个 dos 控制台,然后使用命令 telnet 和公共账号 user_add 连接到 Linux 服务器,按照屏幕提示键入新的用户名和口令,这个用户名和口令就是将来用户登录 Linux 服务器使用的普通用户名。

2.2 数据库操作

为了详细地记录学生的实验情况,在 Mysql 中创建了数据库 student。student 并不复杂,只有四张表,分别是学生基本信息表—stu_info,记录了学生的学号、姓名、班级、专业等基本信息;学生平时记录表—stu_attend,记录了学生平时何时上机、何时下机等实

验的基本情况;学生平时实验成绩表—stu_score,教师在线批改完学生实验报告后,将成绩登记入这张表中;学生实验最终成绩表—stu_final,教师根据学生平时记录表登记的情况和学生平时成绩表记录的成绩得到的该生的最终实验成绩。由于系统保证了学生登录的用户名的唯一性,所以这四张表统一使用登录 Linux 服务器的用户名作为唯一的关键词。

为了保证 student 数据库中数据的安全性和完整性,只允许 root 用户访问数据库(假定 Linux 课程的主讲教师就是服务器的超级用户)。对数据库的操作分别由四个程序完成,分别是 user_info_add, access_database, logout_database 和 deter_score。其中 user_info_add 为学生使用 user_add 用户登录系统成功创建一新用户后自动执行的;access_database 和 logout_database 为普通用户登录系统和注销退出系统时自动执行的,这两个程序都是 setuid 程序,执行时会临时取得 root 权限;deter_score 是主讲教师在线批改学生实验报告时执行的。限于篇幅,略去了对代码的描述。

(1)user_info_add。

user_info_add 是学生使用 user_add 登录系统创建新用户后自动执行的,它带有一个 main 函数的入口参数,这个入口参数就是学生的用户名。程序的功能并不复杂,使用 curses 库^[3]建立了录入界面用以学生输入注册信息,然后在学生确认后,调用 sql 语句并通过 Mysql 的 C 语言接口函数^[4,5]将数据插入到表 stu_info 中。

(2)access_database 和 logout_database。

access_database 和 logout_database 是两个 setuid 程序,执行时会临时取得 root 权限。当使用 user_add 程序创建用户时,就会将执行这两个程序的命令写入这个用户根目录中的文件 .bash_profile 和文件 .bash_logout 的末尾。前者文件中的内容会在用户登录的时候自动执行,而后者会在用户注销退出的时候自动执行。

这两个程序的功能较为简单,前者就是在用户登录时,取得当前系统时间,然后调用相关的 Mysql 接口函数,在 stu_attend 表中添加一条记录,记下这个用户的登录时间。后者就是在用户注销退出时,找到这个用户在 stu_attend 表中离当前时间最近的那条记录,在相关字段中记下这个用户的注销退出时间。考虑到在实际使用过程中,用户可能会出现多次登录、退出或启动多个终端的情况,程序中规定连续两次登录间隔时间小于 5 分钟,不会在 stu_attend 表中新增一条记录。

(3)deter_score。

deter_score 有两部分功能:一是教师浏览、审阅和运行学生的实验程序,并给出学生每个实验的成绩;二是根据学生每个实验的成绩和平时的出勤记录,统计计算学生实验的最终成绩。对于功能一,利用 Linux 下的 curses 界面生成函数包创建了一个简单的界面,然后在界面中启动了一个 shell,教师可以在界面中的 shell 中浏览和运行学生的程序,一次实验评判完成后按下 ctrl+d 或键入 exit 返回主界面,然后在主界面的表单中记录下学生的成绩,最终在得到确认后写入 student 数据库的表 stu_score 中。程序通过键盘上的 ←和→选择一个同学的多个实验,键盘上 ↑和↓键选择不同的同学。功能二首先从数据库的表 stu_attend 读取学生的平时考勤记录,根据考勤记录做一些简单的判定(学校规定对于实验缺勤次数多于 3 次或总的上机时间少于 12 学时的学生直接判定实验成绩不及格),符合条件的学生再从 stu_score 中取得学生的平时成绩,然后算出平均值,将结果写入 stu_final 中。

2.3 其他功能

为了方便教师上传和下载课件、实验指导书、电子书籍等文档,开通了 Linux 服务器上的 ftp 服务;同时也为了教师和学生能够在 Windows 环境中方便地访问 Linux 服务器上的共享资料,还开通了 samba 服务。这些功能的实现较为简单,对服务器进行一些简单的配置就可^[6]。需要强调一点的是在新的 Linux 发行版中,SELinux 是默认安装的(比如 Fedora 9 中),这时一些功能的实现可能需要将 SELinux 屏蔽掉(disable)。

3 结束语

利用 Linux 服务器和网络环境构建的实验环境和平台,较好地解决了在 PC 上直接安装 Linux 或者在 Windows 虚拟环境中安装 Linux 存在的安全性不强、不好管理、教师工作量大等问题,同时功能也极易拓展,计划在将来开通 Linux 服务器上的 www 服务,创建 Linux 的教学网站,更好地为 Linux 教学和实践服务。在高校中开展 Linux 教育,培养 Linux 人才,是一项任重道远的工作。

参考文献:

- [1] Allen M. The Linux Login Process[EB/OL]. 2000-06. <http://www.comptechdoc.org/os/linux/howlinuxworks/linux-hlogin.html>.
- [2] Bovet D P, Cesati M. 深入理解 LINUX 内核[M]. 第 3 版. 陈莉君, 张琼声, 张宏伟译. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [3] 张中庆, 雷良俤. UNIX/Linux 下 curses 库开发指南[M]. 北

(下转第 234 页)

GIS 数据库不仅有与一般数据库数据性质相似的地理要素的属性数据,还有大量的空间信息,如描述地理要素空间分布位置的数据。对 GIS 数据的操纵由空间服务器完成,利用空间服务器的 GIS 引擎 API 组件,可以方便地发布地图数据,对特征数据进行插入、删除、更新操作。

2.3 通信模块

系统利用 GPRS 无线移动通讯网络进行实时数据传输,GPRS 系统与 GSM 电路交换方式不同,属于分组交换方式的数据通信系统,介于 2G 和 3G 之间,具有“永远在线、高速传输、快速登录、流量计费”等优点,特别适用于像车载 GPS 系统那样突发性数据的应用^[6]。车载单元的 GPRS 模块负责将 GPS 信息和其他数据信息组成的 GPRS 分组经基站发送到 GPRS 服务支持节点(SGSN),SGSN 与 GPRS 网关支持节点(GGSN)进行通信,GGSN 对分组数据进行相应的处理,再经 DDN 专用数字电路或 Internet 路由至监控中心;同时 GGSN 接收来自监控中心标识有车载单元地址的分组数据包,再转发到 SGSN,继而传送到车载单元。

3 关键问题

3.1 移植

移植问题主要体现在车载单元上,包括 Bootloader、嵌入式 Linux、KVM 和 MIDP 的移植。Bootloader 的移植与所选用的引导程序软件对开发板的支持有关。本系统采用 U-boot,主要包括两个层面的移植,第一层是针对 CPU 的移植,第二层是针对开发板的移植,由于 U-boot 里面已经包含 S3C44B0 的移植,这里主要针对开发板进行移植,需要修改的包括 CPU 的频率、Flash 和 SDRAM 容量的大小、环境变量的位置等。对嵌入式操作系统的移植主要是对内核代码的修改,包括修改处理器型号,内核开始执行地址,定义中断向量表起始地址,修改存储空间配置和内存分配策略,添加可执行文件格式与其与以太网相关的配置。KVM 的移植主要修改与底层操作系统特性相关的原始程序,包括长整数、浮点数的支持、类路径和内存管理问题、图形用户接口等^[7]。MIDP 主要修改那些用 C 语言实现的与 Linux 应用程序接口不一样的 API。

3.2 地图匹配

由于车载单元采集的经纬度与电子地图上矢量化的道路之间存在误差,所以在航迹显示的时候要考虑地图匹配的问题。这里分两种情况,对于公交车,由于其运行轨迹是固定的,可以通过计算其当前位置与站点之间的距离进行修正。对于普通车辆,如出租车,采用简单的误差定位方法,首先以航迹点为中心,以误差值为半径作圆,与该圆相交的道路组成一个道路集合。从该点到道路集合中的每条道路作投影,把投影距离最短的道路确定为匹配的目标道路。

4 结束语

现代公共交通管理需要强大的信息化支持。文中构建了基于 GPS 和 GPRS 的公共交通监控平台,该平台可以为普通用户提供公共交通信息,同时企业可以利用该平台查询、跟踪、管理运行车辆,进行最优化的调度,提高城市的公共交通服务水平。

文中的创新点:

平台针对不同的客户端,采用了 B/S 和 C/S 相结合的混合模式;提出车载单元与服务器同时存储地图数据的方法,实现了地图数据间的一致性问题。系统基于 Java 平台,采用 J2ME + J2EE 的模式,实现车载单元与服务器间数据的无缝连接和通信。

参考文献:

- [1] 张志强,王 才.基于 GPS/GPRS 的车辆监控系统中车载台的设计[J].自动化与仪器仪表,2007,5:17-18.
- [2] 景 雨,杜振军.基于 GPRS 短信息的 GPS 汽车定位与防盗系统的研究[J].计算机工程与设计,2007,28(17):4315-4318.
- [3] 杨 建,杨 军.精通 J2ME 嵌入式软件开发[M].北京:电子工业出版社,2007.
- [4] 计 磊.精通 J2EE - Eclipse、Struts、Hibernate 及 Spring 整合应用案例[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [5] 陈 赞,赵东风.嵌入式无线公交查询的设计与研究[J].计算机应用研究,2005(7):185-187.
- [6] 张明珊.基于 GPRS 网络的移动数据接入终端的研究与设计[D].杭州:浙江工业大学,2004.
- [7] 黄文超,徐木生,陆以勤.基于 GPRS 的 J2ME 运行平台在嵌入式 Linux 下的实现[J].计算机应用研究,2007(1):264-266.

(上接第 230 页)

京:清华大学出版社,2003.

- [4] DuBois P, Aldale K. MySQL 6.0 Reference Manual[EB/OL]. 2008-04. <http://dev.mysql.com/doc/refman/6.0/en/index.html>.

- [5] Rick F, van der L, 许杰星. MySQL 开发者 SQL 权威指南[M].北京:机械工业出版社,2008.

- [6] 梁如军,从日权. Red Hat Linux 9 网络服务[M].北京:机械工业出版社,2004.